第31卷 第1期 昆 虫 学 报 Vol. 31, No. 1
1988年1月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA Jan., 1988

华北棉区第三代棉铃虫的经济阈值

盛承发
(中国科学院动物研究所)

摘要 1980—1982、1984—1985年在河北省饶阳县的不同土壤肥力水平、不同棉花品种上进行了模拟为害和自然为害试验，旨在确定第三代棉铃虫 *Heliothis armigera* (Hübner) 虫口密度与棉花产量之间的关系。结果表明，棉花对于第三代棉铃虫为害的补偿能力较弱，较好的土壤肥力亦不能促使棉株完全补偿三代期间的受害损失。每亩皮棉减产斤数 Y 与第三代百株累计卵量 E_3 的关系为：$Y = -0.2801 + 0.0643E_3$。根据防治的直接收益与直接代价，算出了第三代棉铃虫的经济阈值为百株累计卵量35粒，这一阈值可适用于不同肥力水平的地块。

关键词 棉铃虫 棉花 经济阈值 产量损失

棉铃虫 *Heliothis armigera* (Hübner) 是我国棉区重要害虫，经济阈值（防治指标）一般定为百株15—30粒卵或2—5头幼虫（中国农业科学院棉花研究所主编，1983），个别地区曾提出百株累计40粒的经济阈值(孟文等，1981)。近十几年来，棉铃虫种群在全国棉区有上升趋势。在华北棉区，按上述阈值进行防治，导致盲目施药，引起一系列严重的经济生态学问题。

为了解决这一问题，中国科学院动物研究所自1980—1985年在河北省饶阳县和安徽省濉溪县及涡阳县进行了大量的模拟为害和自然为害试验，摸清了影响棉株补偿力的主要因素，通过组建的实用经济阈值模型，算出了华北棉区第二、三代棉铃虫的经济阈值，其中第二代的结果已有报道(盛承发，1985)。这里报道的是第三代的结果。

一、设计与方法

1. 选择经济阈值模型

满足下列方程的 P 值为害虫的经济阈值(盛承发，1984)：

$$\Delta C(P) = \Delta B(P) \tag{1}$$

这里，$\Delta C(P)$ 为防治费用，$\Delta B(P)$ 为防治所挽回的棉花产值损失，P 为害虫虫口密度。

2. 收集数据

防治代价按每亩每次2.25元计。欲估计防治挽回的产值损失，首先必须建立第三代棉铃虫虫量和为害量与棉花产量的关系。我们采用人工摘除蕾铃和棉铃虫自然为害两种试验方法来估计这些关系。

本文于1985年11月收到。
本项工作是在马世骏教授指导下进行的。试验调查中得到李树清、乔运周、李同跃、李爱君、杨月玲及张秀菊等同志的大力协助。特此致谢。

表 1 三代期模拟为害试验各处理摘除的蕾铃数 （饶阳县，1980—1982、1984）

年份	肥力类型	品种	编号	摘除小铃数或小铃＋蕾数（个/株）
1980	高肥	乌干达 3 号	1	0，1，2，4，8
			2	0，8
1981	高肥	冀棉 4 号	3	0，2，4，8
			4	0，2，4，8
		冀棉 4 号	5	0，4，8
	低肥	乌干达 3 号	6	0，1，2，4
1982	高肥	冀棉 4 号	7	0+0，4+2，8+4
	中肥	冀棉 4 号	8	0+0，2+1，4+2
1984	高肥	冀棉 7 号	9	0+0，6+2

1）人工模拟为害试验 在 7 月下旬至 8 月上旬，人工摘除小铃（直径 1 厘米左右）或小铃加蕾，按单株进行，1980 年重复 10—20 次(株)，其他年份重复 40—50 次(株)。排列方法一般为对比法。摘除后每 7—10 天调查一次各处理的蕾、花、小铃、大铃及脱落数，取样株数多为 50 株。收获时分期测定铃重、衣分、绒长、皮棉等级及售价。土壤肥力，按近二年皮棉亩产分为三个类型：高肥地，亩产 130 斤以上；中肥地，80—120 斤；低肥地 55—65 斤。所有地块均按常规技术进行管理。试验处理见表 1。

2）棉铃虫自然为害试验 三代棉铃虫自然为害试验，按小区进行，每小区包括 50 株棉花，重复 2—5 次，对比法排列。每三天调查一次各处理的棉铃虫卵和各龄幼虫数以及被害蕾、花、小铃及大铃数，取样株数 100 株。对照区经严格施药和捉虫保持基本上不受三代为害。自然为害试验的其他工作同模拟为害试验。

二、结果与分析

以下计算单位，如无特别说明，则卵量为三日一次调查百株累计粒数；产量为每亩皮棉斤数；产值和费用为每亩元数。

1. 人工模拟为害试验

9 次模拟为害试验产量结果见表 2。

由表 2 数据，每亩皮棉减产斤数 Y 与每株摘除的小铃数 X 之间呈极显著线性关系（$P < 0.01$）回归式为

$$Y = -0.970480 + 2.452721X \tag{2}$$

剩余标准差 $S = 5.695060$。

2. 自然为害试验

在 3 个种植季节中，共进行了 5 次第三代棉铃虫自然为害试验。不同卵量造成的被害蕾、花、铃数及减产数见表 3。

各次试验对照的减产斤数均为 0，表 3 中未列出。由自然为害试验的结果可得到每

表 2　三代期摘除不同数量小铃造成的减产数　（饶阳县，1980—1982、1984）

试验号	1				2	3			4		
每株摘除的小铃数*	1	2	4	8	8	2	4	8	2	4	8
每亩皮棉减产斤数	2.7	20.1	25.6	24.7	19.7	5.0	5.4	18.8	5.0	7.7	32.4

试验号	5		6			7		8		9
每株摘除的小铃数*	4	8	1	2	4	4.7	9.3	2.3	4.6	6.7
每亩皮棉减产斤数	6.2	21.9	2.0	5.3	10.2	12.2	15.1	9.2	10.9	8.4

* 每摘除 3 个蕾按摘除 1 个小铃计。

表 3　不同的三代卵量造成的被害数及减产数　（饶阳县，1980、1982、1985）

年　份	品　种	肥力类型	百株累计卵粒数	每株被害个数			每亩皮棉减产斤数
				蕾	花+小铃	大铃	
1980	乌 3	高肥	190	228	106	31	8.4
1982	冀 4	高肥	144	300	103	38	9.7
			455	603	127	37	27.2
		中肥	184	831	100	7	10.1
1985	冀 8	低肥	226	361	77	12	24.5

亩皮棉减产斤数 Y 与三代百株累计卵量 E_3 之间的关系为：

$$Y = -0.280094 + 0.0643028E_3 \tag{3}$$

剩余标准差 $S = 7.596392$，回归关系达显著水准（$P < 0.05$）。

应注意到，公式(2)中的回归系数 $b \approx 2.5$，即每株摘除 1 个小铃，每亩减产皮棉约 2.5 斤。由此可以估计出损失小铃数与损失大铃数之间的关系。每株损失 1 个小铃，每亩约损失 3,000 个小铃；2.5 斤皮棉合籽棉约 7.5 斤，合大铃约 900 个。这就是说，损失 1 个小铃相当于损失 0.3 个大铃。这一估值比盛承发等(1983)根据 1981 年的试验结果得出的估值 0.38 略低。1981 年饶阳县初霜日为 10 月 10 日，比常年均值提早 8 天，棉株的补偿能力减弱。

二代期损失了一部分蕾以后，只要肥水条件尚可，植株便能完全补偿甚至超越补偿蕾损失(盛承发等，1983；盛承发，1985)。与此迥异的是，三代期损失一部分蕾及小铃后，无论在何种肥力地块，植株均补偿不足。一些作者也曾报道，后期受害造成减产（A. G. L. Wilson 等，1972；Morton，1979；L. T.Wilson 等，1982)。究其原因，我们认为，主要是用以补偿的时间太短。

根据回归式(3)，三代百株累计卵量 100 粒即可造成每亩皮棉减产 6.4 斤。而在二代

情形下，即使是低肥地，百株累计 100 粒卵也仅减产 1.3 斤，至于高肥地，340 粒卵以下的为害反而增产（盛承发，1985）。由此可以看出，随着为害时间的推迟，植株的补偿能力逐渐减弱。

3. 经济阈值

由公式(3)，令每斤皮棉售价为 1.60 元，那么每亩产值下降元数 Y 与三代卵量 E_3 的关系为：

$$Y = -0.448150 + 0.102884E_3 \tag{4}$$

剩余标准差 S = 12.154226，回归关系达显著水准。

给定三代防治每亩每次费用 2.25 元，杀虫效率为 62%，那么根据公式(1)、(4)，可得华北棉区第三代棉铃虫的经济阈值 E_{3T} 为：

$$E_{3T} = 35 \text{（累计粒/百株）}$$

鉴于第三代棉铃虫卵量调查比较困难，生产者使用这一阈值时，可以寻找它的替代指标。Gutierrez 等(1981)曾用棉花果节增加率与被害率之比作为谷实夜蛾 *Heliothis zea* Boddie 和墨西哥棉铃象甲 *Anthonomus grandis* Boh. 的经济阈值的替代物。本文给出一个替代指标，称为被害指数，定义为：

$$\text{被害指数} = \frac{1}{3} \times \text{被害蕾数} + \text{被害花数}$$

$$+ \text{被害小铃数} + 3 \times \text{被害大铃数。}$$

根据这一指标，决定是否施药，只需判断：如果不施药，百株累计被害指数能否超过60？假如幼虫尚处于低龄阶段，由于第三代幼虫存活率高（孟文等，1981），虽然百株累计被害指数低于60，但也应考虑适当提前施药。

三、小结与讨论

一般认为，在华北棉区，从棉花现蕾到结铃盛期为保蕾保铃的关键时期，此时期防治的重点是第二代棉铃虫，第二、三代棉铃虫的经济阈值均定为百株 15—30 粒卵或 2—3 头幼虫（中国农业科学院棉花研究所主编，1983）。然而，从本文的结果以及我们对于第二代的研究结果（盛承发，1985）来看，第二、三代棉铃虫的经济阈值是有很大悬殊的。第二代经济阈值，高肥地百株累计为 332 粒卵，低肥地仅 34 粒；而各类肥力地块的第三代经济阈值却趋于一致，为 35 粒。其主要原因在于，受第二代为害后，尚有足够的补偿时间，此时决定棉株补偿力大小的主要因素是物质条件（肥、水）；受第三代为害后，由于补偿时间太短，致使良好的物质条件也不能保证植株完全补偿。

从近十几年棉铃虫的发生数量来看，第二代在约占半数左右的年份中达不到经济阈值，而第三代在一般年份均可达到经济阈值，因此，有必要改变通常将第二代作为防治重点而相对忽视第三代防治的技术策略。

这里的经济阈值模型是静态的，也没有收进防治的间接代价和间接收益，这些方面有待于进一步的工作。

参　考　文　献

中国农业科学院棉花研究所主编 1983 中国棉花栽培学。上海科学技术出版社。
芾 文等 1981 二、三代棉铃虫自然种群生命表与防治指标。河北农学报 6(2): 60—6。
盛承发等 1983 华北棉区药剂防治二代棉铃虫经济生态学效益分析。生态学报 3(1): 35—46。
盛承发 1984 经济阈值定义的商榷。生态学杂志 4(3): 52—4。
盛承发 1985 华北棉区第二代棉铃虫的经济阈值。昆虫学报 28(4): 382—9。
Gutierrez, A. P. et al 1981 Estimating economic thresholds for bollworm, *Heliothis zea* Boddie, and boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh., damage in Nicaraguan cotton, *Gossypium hirsutum* L. *Environ. Entomol.* 10: 872—9.
Morton, N. 1979 Time related factors in *Heliothis* control on cotton. *Pesticide Science* 10(3): 254—70.
Wilson, A. G. L. et al. 1972 Pests, crop damage and control practices with irrigated cotton in a tropical environment. *Cotton Grow. Rev.* 49: 308—40.
Wilson, L. T. et al 1982 Responses of Deltapine 16 cotton *Gossypium hirsutum* L. to simulated attacks by known population of *Heliothis* larvae (Lepidoptera: Nootuidae) in a field experiment in Queensland, Australia. *Prot. Ecol.* 4: 371—80.

ECONOMIC THRESHOLD OF THE THIRD GENERATION OF COTTON BOLLWORM IN NORTH CHINA

SHENG CHENG-FA
(*Institute of Zoology, Academia Sinica*)

Field experiments were carried out at a rural locality in Raoyang County, Hebei Province in five growing seasons (1980—1982, 1984—1985) to elucidate the relationship between the population density of the third generation cotton bollworm *Heliothis armigera* (Hübner) and the yield of cotton *Gossypium hirsutum* L. The experiments comprised the creation of simulated and natural damages by the larvae and took account on the effects of compensation at various levels of soil fertility and cotton varieties. The results show that the ability of cotton to compensate for damage by the third generation bollworm (during late July to early August) was declining, and that the high level of soil fertility did not enable the damaged plants to recover fully from the fruit losses in that period. Expression of lint loss (0.5 kg/*mu*), Y, and the accumulative number of eggs per 100 plants, E_3, is given as:

$$Y = -0.2801 + 0.0643E_3.$$

Based on the direct benefit and cost, the economic threshold of the third generation bollworm was calculated to be 35 eggs per 100 plants for all the levels of soil fertility.

Key words *Heliothis armigera*——*Gossypium hirsutum*——economic threshold——yield loss